

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-132505

(43) 公開日 平成6年(1994)5月13日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H01L 27/14				
H04N 5/335	Z	7210-4M	H01L 27/14	D

審査請求 未請求 請求項の数6 (全11頁)

(21) 出願番号 特願平4-305955

(22) 出願日 平成4年(1992)10月21日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 大橋 正典

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

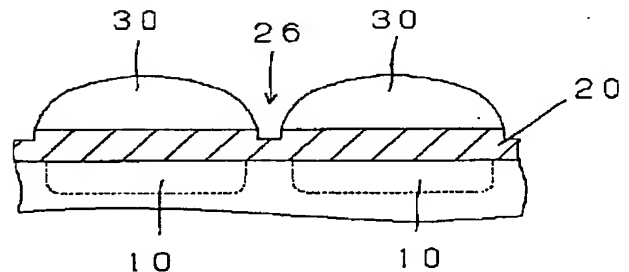
(74) 代理人 弁理士 山本 孝久

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子及びその作製方法

(57) 【要約】

【目的】 所望のレンズギャップを有するオンチップマイクロレンズを備えた固体撮像素子、及びかかる固体撮像素子の作製方法を提供する。

【構成】 オンチップマイクロレンズ30が下地材料層20表面に形成された固体撮像素子は、オンチップマイクロレンズ30が形成された領域の外側の下地材料層20の部分に、溝26が形成されていることを特徴とする。また、固体撮像素子の作製方法は、下地材料層表面に溝を形成する工程と、溝の部分を除く下地材料層表面に、オンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層を形成する工程と、レンズ材層を加熱処理して、オンチップマイクロレンズを形成する工程、から成る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 オンチップマイクロレンズが下地材料層表面に形成された固体撮像素子であって、  
オンチップマイクロレンズが形成された領域の外側の下地材料層の部分に、溝が形成されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】 レンズオンチップマイクロレンズが下地材料層表面に形成された固体撮像素子であって、  
オンチップマイクロレンズが形成された領域の外側の下地材料層の部分に、突起が形成されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 3】 オンチップマイクロレンズを下地材料層表面に形成する、固体撮像素子の作製方法であって、  
下地材料層表面に溝を形成する工程と、  
溝の部分を除く該下地材料層表面に、オンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層を形成する工程と、  
該レンズ材層を加熱処理して、オンチップマイクロレンズを形成する工程、  
から成ることを特徴とする固体撮像素子の作製方法。

【請求項 4】 オンチップマイクロレンズを下地材料層表面に形成する、固体撮像素子の作製方法であって、  
下地材料層表面に突起を形成する工程と、  
突起の部分を除く該下地材料層表面に、オンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層を形成する工程と、  
該レンズ材層を加熱処理して、オンチップマイクロレンズを形成する工程、  
から成ることを特徴とする固体撮像素子の作製方法。

【請求項 5】 オンチップマイクロレンズを形成する、固体撮像素子の作製方法であって、  
固体撮像素子上にオンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層を形成し、該レンズ材層の表面に溝を形成する工程と、  
溝の部分を除く該レンズ材層の表面に熱変形樹脂層を形成した後、該熱変形樹脂層を加熱処理して熱変形樹脂層の垂直方向断面形状をレンズ状とする工程と、  
該熱変形樹脂層及びレンズ材層をエッチングして、レンズ材層からオンチップマイクロレンズを形成する工程、  
から成ることを特徴とする固体撮像素子の作製方法。

【請求項 6】 オンチップマイクロレンズを形成する、固体撮像素子の作製方法であって、  
固体撮像素子上にオンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層を形成し、該レンズ材層の表面に突起を形成する工程と、  
突起の部分を除く該レンズ材層表面に熱変形樹脂層を形成した後、該熱変形樹脂層を加熱処理して熱変形樹脂層の垂直方向断面形状をレンズ状とする工程と、  
該熱変形樹脂層及びレンズ材層をエッチングして、レンズ材層からオンチップマイクロレンズを形成する工程、  
から成ることを特徴とする固体撮像素子の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は、オンチップマイクロレンズを備えた固体撮像素子、及びかかる固体撮像素子の作製方法に関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 一般に、固体撮像素子には複数のオンチップマイクロレンズが備えられている。オンチップマイクロレンズは固体撮像素子の受光部分の上に形成され、受光部分への集光効率を高める機能を有する。オンチップマイクロレンズ相互の間隔（以下、レンズギャップともいう）が小さい程、より多くの光束を受光部分に集光させることができ、受光部分の光電変換特性が向上し、固体撮像素子の感度が高くなる。

【 0 0 0 3 】 通常、オンチップマイクロレンズは、以下の工程によって作製することができる。尚、各工程を説明するための固体撮像素子の模式的な一部断面図を図 1 2 に示す。

【 0 0 0 4 】 【工程 - 1 0】 受光部分 1 0 や電荷転送部分（図示せず）が形成された固体撮像素子上に、平坦化及び焦点距離調節用の透明平坦化層 1 0 0 を形成する（図 1 2 の（A）参照）。かかる透明平坦化層 1 0 0 が下地材料層に相当し、透明樹脂から構成され、固体撮像素子の凹凸の平坦化のために形成されている。尚、全ての図面において、受光部分 1 0 の領域を模式的に表した。

【 0 0 0 5 】 【工程 - 2 0】 次に、透明平坦化層 1 0 0 表面に、オンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層 1 0 2 を形成する（図 1 2 の（B）参照）。かかるレンズ材層は、フォトリソ等熱変形樹脂から成る。

【 0 0 0 6 】 【工程 - 3 0】 次いで、受光部分 1 0 に対応して、従来のフォトリソグラフィ技術によってレンズ材層 1 0 2 をパターンニングする（図 1 2 の（C）参照）。

【 0 0 0 7 】 【工程 - 4 0】 その後、加熱処理を施し、パターンニングされたレンズ材層 1 0 2 を変形（リフロー）させて、受光部分 1 0 の上に凸状のレンズ形状のレンズ部 1 0 4 （オンチップマイクロレンズ）を形成する（図 1 2 の（D）参照）。

【 0 0 0 8 】 あるいは又、特開昭 6 4 - 1 0 6 6 6 号公報に開示されたオンチップマイクロレンズの作製方法は、以下の工程から成る。尚、各工程を説明するための固体撮像素子の模式的な一部断面図を図 1 3 に示す。

【 0 0 0 9 】 【工程 - 1 0 A】 受光部分 1 0 や電荷転送部分（図示せず）が形成された固体撮像素子上に、平坦化及び焦点距離調節用の透明平坦化層 1 0 0 を形成する。かかる透明平坦化層 1 0 0 は透明樹脂から構成され、固体撮像素子の凹凸の平坦化のために形成されており、下地材料層に相当する。

【 0 0 1 0 】 【工程 - 2 0 A】 次に、透明平坦化層 1 0

0の上に透明材料層106を形成する(図13の(A)参照)。透明材料層106は、透明樹脂、酸化シリコン、窒化シリコン等から構成することができる。透明材料層106が、オンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層に相当する。

【0011】[工程-30A] 次に、透明材料層106表面に熱変形樹脂層108を形成する(図13の(B)参照)。熱変形樹脂層108は、フォトレジスト等の熱変形樹脂から成る。この熱変形樹脂層108は、透明材料層106をレンズ状に加工するためのマスク層として機能する。

【0012】[工程-40A] 次に、受光部分10に対応して、従来のフォトリソグラフィ技術によって熱変形樹脂層108をパターンニングする(図13の(C)参照)。

【0013】[工程-50A] その後、加熱処理を施し、パターンニングされた熱変形樹脂層108を変形(リフロー)させて、受光部分10の上に凸状のレンズ形状の熱変形樹脂層108Aを形成する(図13の(D)参照)。

【0014】[工程-60A] 次に、レンズ形状の熱変形樹脂層108Aをマスクとして、透明材料層106の垂直方向の選択的なエッチングを行う。エッチングは、例えば酸素を用いたリアクティブ・イオン・エッチング(RIE)等の異方性エッチングとすることができる。これによって、透明材料層106は、レンズ形状の熱変形樹脂層108Aの形状を反映しながらエッチングされていく。この状態を図13の(E)に示す。熱変形樹脂層108Aの全部又は一部が除去され、透明材料層106が所定の形状に加工された時点でエッチングを終了させる。こうして、透明材料層106から成る凸状のレンズ形状を有するオンチップマイクロレンズが形成される。

#### 【0015】

【発明が解決しようとする課題】これらの方法においては、[工程-40](図12の(D)参照)あるいは[工程-50A](図13の(D)参照)において、加熱処理を施し、パターンニングされたレンズ材層102あるいは熱変形樹脂層108(以下、レンズ材層等ともいう)を変形(リフロー)させて、凸状のレンズ形状とする。この形状はレンズ材層等の表面張力に依存する。レンズ材層等の加熱処理時、レンズ材層等が下地材料層あるいは透明材料層(以下、下地材料層等ともいう)上を水平方向に滑り、レンズ材層等が凸状のレンズ形状となったとき、レンズギャップが狭くなるという問題がある(図14の(A)及び(B)参照)。そして、最悪の場合、隣接したレンズ材層等が重なり合い、レンズを形成できないことすらある。この場合、固体撮像素子間に感度のばらつきが生じる。

【0016】このレンズ材層等の滑り量は正確に制御す

ることが困難である。従って、レンズギャップを狭くすることには限界があり、ある程度レンズギャップを広く設定せざるを得ない。その結果、集光率の高いオンチップマイクロレンズを形成できないという問題が生じている。

【0017】従って、本発明の第1の目的は、所望のレンズギャップを有するオンチップマイクロレンズを備えた固体撮像素子を提供することにある。

【0018】更に、本発明の第2の目的は、レンズ材層等を変形(リフロー)させて凸状のレンズ形状とする場合の下地材料層等上におけるレンズ材層の滑り量を正確に制御し得るオンチップマイクロレンズの形成工程を含む、固体撮像素子の作製方法を提供することにある。

#### 【0019】

【課題を解決するための手段】オンチップマイクロレンズが下地材料層表面に形成された、本発明の第1の態様にかかる固体撮像素子は、上記第1の目的を達成するために、オンチップマイクロレンズが形成された領域の外側の下地材料層の部分に、溝が形成されていることを特徴とする。

【0020】オンチップマイクロレンズを下地材料層表面に形成された、本発明の第2の態様にかかる固体撮像素子は、上記第1の目的を達成するために、オンチップマイクロレンズが形成された領域の外側の下地材料層の部分に、突起が形成されていることを特徴とする。

【0021】オンチップマイクロレンズを下地材料層表面に形成する、本発明の第1の態様にかかる固体撮像素子の作製方法は、上記第2の目的を達成するために、下地材料層表面に溝を形成する工程と、溝の部分を除く下地材料層表面に、オンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層を形成する工程と、レンズ材層を加熱処理して、オンチップマイクロレンズを形成する工程、から成ることを特徴とする。

【0022】更に、オンチップマイクロレンズを下地材料層表面に形成する、本発明の第2の態様にかかる固体撮像素子の作製方法は、上記第2の目的を達成するために、下地材料層表面に突起を形成する工程と、突起の部分を除く下地材料層表面に、オンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層を形成する工程と、レンズ材層を加熱処理して、オンチップマイクロレンズを形成する工程、から成ることを特徴とする。

【0023】あるいは又、オンチップマイクロレンズを形成する、本発明の第3の態様にかかる固体撮像素子の作製方法は、上記第2の目的を達成するために、固体撮像素子上にオンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層を形成し、レンズ材層の表面に溝を形成する工程と、溝の部分を除くレンズ材層の表面に熱変形樹脂層を形成した後、熱変形樹脂層を加熱処理して熱変形樹脂層の垂直方向断面形状をレンズ状とする工程と、熱変形樹脂層及びレンズ材層をエッチングして、レンズ材層から

オンチップマイクロレンズを形成する工程、から成ることを特徴とする。

【0024】更に、オンチップマイクロレンズを形成する、本発明の第4の態様にかかる固体撮像素子の作製方法は、上記第2の目的を達成するために、固体撮像素子上にオンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層を形成し、レンズ材層の表面に突起を形成する工程と、突起の部分を除くレンズ材層表面に熱変形樹脂層を形成した後、熱変形樹脂層を加熱処理して熱変形樹脂層の垂直方向断面形状をレンズ状とする工程と、熱変形樹脂層及びレンズ材層をエッチングして、レンズ材層からオンチップマイクロレンズを形成する工程、から成ることを特徴とする。

【0025】

【作用】本発明においては、溝又は突起が下地材料層あるいはレンズ材層に形成される。これによって、レンズ材層あるいは熱変形樹脂層を加熱処理してリフローさせた時、下地材料層あるいはレンズ材層上でのレンズ材層あるいは熱変形樹脂層の滑り量を正確に制御することができる。その結果、レンズギャップを正確に制御でき、レンズギャップを従来より狭くすることが可能となる。

【0026】

【実施例】以下、本発明の固体撮像素子及びその作製方法を、実施例に基づき、図面を参照して説明する。

【0027】（実施例-1）実施例-1の固体撮像素子は、本発明の第1の態様にかかる固体撮像素子であり、図1に模式的な一部断面図を示すように、オンチップマイクロレンズ30が下地材料層20表面に形成されており、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の外側の下地材料層の部分に、溝26が形成されていることを特徴とする。かかる実施例-1の固体撮像素子の作製方法である本発明の第1の態様にかかる固体撮像素子の作製方法を、以下、図2を参照して説明する。

【0028】[工程-100] 受光部分10や電荷転送部分（図示せず）が形成された固体撮像素子上に、固体撮像素子の凹凸の平坦化及び焦点距離調節のための透明な下地材料層20を形成する（図2の（A）参照）。下地材料層20は透明樹脂から構成されている。尚、カラー固体撮像素子の場合には、固体撮像素子の表面と下地材料層20の間にカラーフィルターが形成される。

【0029】[工程-110] 次に、下地材料層20の上にレジスト層22を形成する。そして、通常的光リソグラフィ技術によって、レジスト層22に開口部24を形成する。開口部24は、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の外側の部分に相当する下地材料層上に形成される。その後、RIE等の異方性エッチング、あるいは等方性エッチングによって、開口部24の底部の下地材料層20に溝26を形成する（図2の（B）参照）。

【0030】溝26の幅は、例えば0.5 $\mu$ m程度ある

いはそれ以下の、概ねレンズギャップに等しくする。溝26の深さは数十nm程度でよい。溝26の断面形状は、矩形だけでなく、半円やV字等、任意の形状とすることができる。溝26の縁部の平面形状は、形成すべきオンチップマイクロレンズの平面形状と類似していればよく、例えば、矩形、多角形、角を丸めた矩形や多角形、円形、楕円形等を例示することができる。その後、レジスト層22を除去する（図2の（C）参照）。この下地材料層20にレンズギャップに相当する溝26を形成する点が本発明の第1の態様の固体撮像素子の作製方法の特徴である。

【0031】[工程-120] 次に、下地材料層20表面にオンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層28を形成する。かかるレンズ材層は、フォトリソグラフィー等の熱変形樹脂から成る。

【0032】[工程-130] 次いで、受光部分10に対応して、従来のフォトリソグラフィ技術によってレンズ材層28をパターンニングする（図2の（D）参照）。パターンニングされたレンズ材層28は、下地材料層20に形成された溝26と溝26の間の下地材料層20上に概ね残される。尚、レンズ材層28の位置合わせずれを考慮すると、溝26と溝26の間の下地材料層20の幅 $W_1$ よりもレンズ材層28の幅 $W_2$ の方が若干狭いことが望ましい。

【0033】[工程-140] その後、加熱処理を施し、パターンニングされたレンズ材層28を変形（リフロー）させて、レンズ材層28から凸状のレンズ形状のオンチップマイクロレンズ30を受光部分10の上に形成する。こうして、図1に示す実施例-1の固体撮像素子を作製することができる。

【0034】下地材料層20に溝26を形成することによって、レンズ材層28を加熱処理して変形させたとき、レンズ材層28の水平方向の滑りが溝26によって制限される。その結果、レンズギャップが溝26の幅より狭くなることを防止することができる。尚、溝26に公知の手段によって遮光膜を形成してもよい。遮光膜を溝に形成することにより、電荷転送部分への光の洩れを抑制することができる。

【0035】次に、[工程-100] から [工程-140] にて説明した、本発明の第1の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の変形を、以下、図3を参照して説明する。

【0036】[工程-200] [工程-100] と同様に、受光部分10や電荷転送部分（図示せず）が形成された固体撮像素子上に、平坦化及び焦点距離調節のための透明な下地材料層20を形成する（図2の（A）参照）。

【0037】[工程-210] 次に、下地材料層20の上にレジスト層22を形成する。そして、通常的光リソグラフィ技術によって、レジスト層22に開口部2

4を形成する。開口部24は、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の部分に相当する下地材料層上に形成される(図3の(A)参照)。即ち、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の外側の部分に相当する下地材料層20上には、レジスト層22が残される。その後、レジスト層22にて被覆されていない下地材料層20上に、即ち開口部24内に、再度下地材料層20Aを形成する(図3の(B)参照)。その後、レジスト層22を除去する(図3の(C)参照)。こうして、下地材料層20に溝26が形成される。

【0038】[工程-220]以降、下地材料層20表面にオンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層28を形成し、レンズ材層28をパターンニングした後、レンズ材層28に加熱処理を施し、オンチップマイクロレンズを形成する。これらの工程は、[工程-120]~[工程-140]と同様とすることができ、その詳細な説明は省略する。

【0039】(実施例-2) 実施例-2は本発明の第2の態様にかかる固体撮像素子であり、図4の(A)又は(B)に模式的な一部断面図を示すように、オンチップマイクロレンズ30が下地材料層20表面に形成されており、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の外側の下地材料層の部分に、突起32が形成されていることを特徴とする。かかる実施例-2の固体撮像素子の作製方法である本発明の第2の態様にかかる固体撮像素子の作製方法を、以下、図5を参照して説明する。

【0040】[工程-300][工程-100]と同様に、受光部分10や電荷転送部分(図示せず)が形成された固体撮像素子上に、平坦化及び焦点距離調節のための透明な下地材料層20を形成する(図2の(A)参照)。

【0041】[工程-310]次に、下地材料層20の上にレジスト層22を形成する。そして、通常的光リソグラフィ技術によって、レジスト層22に開口部24を形成する。開口部24は、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の部分に相当する下地材料層上に形成される(図5の(A)参照)。即ち、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の外側の部分に相当する下地材料層20上には、レジスト層22が残される。

【0042】その後、レジスト層22にて被覆されていない下地材料層20を、RIE等の異方性エッチング、あるいは等方性エッチングによってエッチングし、下地材料層20に凹部を形成する(図5の(B)参照)。その後、レジスト層22を除去する。こうして、下地材料層20には突起32が形成される(図5の(C)参照)。突起32の幅は、例えば、 $0.5\mu\text{m}$ 程度あるいはそれ以下の、概ねレンズギャップに等しくする。突起32の高さは数十nm程度でよい。突起32の断面形状は、矩形だけでなく、半円や台形等、任意の形状とすることができ、突起32の縁部の平面形状は、形成すべ

きオンチップマイクロレンズの平面形状と類似していればよく、例えば、矩形、多角形、角を丸めた矩形や多角形、円形、楕円形等を例示することができる。この下地材料層20にレンズギャップに相当する突起32を形成する点が本発明の第2の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の特徴である。

【0043】[工程-320]以降、下地材料層20表面にオンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層28を形成し、レンズ材層28をパターンニングした後、図5の(D)参照)、レンズ材層28に加熱処理を施し、図4の(A)又は(B)に示した実施例-2の固体撮像素子を作製することができる。これらの工程は、[工程-120]~[工程-140]と同様とすることができ、その詳細な説明は省略する。

【0044】下地材料層20に突起32を形成することによって、レンズ材層28を加熱処理して変形させたとき、レンズ材層28の水平方向の滑りが突起32によって制限される。その結果、レンズギャップが突起32の幅より狭くなることを防止することができる。尚、突起32の頂面に公知の手段によって遮光膜を形成してもよい。遮光膜を突起の頂面に形成することにより、電荷転送部分への光の洩れを抑制することができる。

【0045】次に、[工程-300]から[工程-320]にて説明した、本発明の第2の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の変形を、以下、図6を参照して説明する。

【0046】[工程-400][工程-100]と同様に、受光部分10や電荷転送部分(図示せず)が形成された固体撮像素子上に、平坦化及び焦点距離調節のための透明な下地材料層20を形成する(図2の(A)参照)。

【0047】[工程-410]次に、下地材料層20の上にレジスト層22を形成する(図6の(A)参照)。そして、通常的光リソグラフィ技術によって、レジスト層22から突起32を形成する(図6の(B)参照)。尚、このレジスト層22は、後の工程でレンズ材層28を加熱処理したとき、変形しない材料とする。

【0048】[工程-420]以降、下地材料層20表面にオンチップマイクロレンズの材料であるレンズ材層28を形成し、レンズ材層28をパターンニングした後、レンズ材層28に加熱処理を施し、オンチップマイクロレンズを形成する。これらの工程は、[工程-120]~[工程-140]と同様とすることができ、その詳細な説明は省略する。

【0049】特開昭64-10666号公報に開示された固体撮像素子の作製方法に本発明の方法を適用することができる。以下、特開昭64-10666号公報に開示された固体撮像素子の作製方法を改良した、本発明の第3の態様にかかる固体撮像素子の作製方法を、図7を参照して説明する。

【0050】[工程-500] 受光部分10や電荷転送部分(図示せず)が形成された固体撮像素子上に、固体撮像素子の凹凸の平坦化及び焦点距離調節のための透明平坦化層40を形成する。かかる透明平坦化層40は透明樹脂から構成されている。また、カラー固体撮像素子の場合には、透明平坦化層40の上にカラーフィルターが形成される。

【0051】[工程-510] 次に、透明平坦化層40の上に透明材料から成るレンズ材層42を形成する(図7の(A)参照)。レンズ材層42は、透明樹脂、酸化シリコン、窒化シリコン等から構成することができる。レンズ材層42はオンチップマイクロレンズの材料である。

【0052】[工程-520] 次に、レンズ材層42の上にレジスト層22を形成する。そして、通常のフォトリソグラフィ技術によって、レジスト層22に開口部24を形成する。開口部24は、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の外側の部分に相当するレンズ材層42上に形成される。その後、RIE等の異方性エッチング、あるいは等方性エッチングによって、開口部24の底部のレンズ材層42に溝26を形成する(図7の(B)参照)。

【0053】溝26の幅は、例えば0.5 $\mu$ m程度あるいはそれ以下の、概ねレンズギャップに等しくする。溝26の深さは数十nm程度でよい。溝26の断面形状は、矩形だけでなく、半円やV字等、任意の形状とすることができる。溝26の縁部の平面形状は、形成すべきオンチップマイクロレンズの平面形状と類似していればよく、例えば、矩形、多角形、角を丸めた矩形や多角形、円形、楕円形等を例示することができる。その後、レジスト層22を除去する(図7の(C)参照)。このレンズ材層42にレンズギャップに相当する溝26を形成する点が本発明の第3の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の特徴である。

【0054】[工程-530] 次に、レンズ材層42表面に熱変形樹脂層44を形成する。熱変形樹脂層44は、フォトリソ等熱変形樹脂から成る。この熱変形樹脂層44は、レンズ材層42をレンズ状に加工するためのマスク層として機能する。

【0055】[工程-540] 次に、受光部分10に対応して、従来のフォトリソグラフィ技術によって熱変形樹脂層44をパターンニングする(図8の(A)参照)。

【0056】[工程-550] その後、加熱処理を施し、パターンニングされた熱変形樹脂層44を変形(リフロー)させて、受光部分10の上に、垂直方向断面形状が凸状のレンズ形状の熱変形樹脂層44Aを形成する(図8の(B)参照)。

【0057】[工程-560] 次に、レンズ形状の熱変形樹脂層44Aをマスクとして、レンズ材層42の垂直

方向の選択的なエッチングを行う。エッチングは、例えば酸素を用いたRIE等の異方性エッチングとすることができる。これによって、レンズ材層42は、レンズ形状の熱変形樹脂層44Aの形状を反映しながらエッチングされていく。この状態を図8の(C)に示す。熱変形樹脂層44Aの全部又は一部が除去され、レンズ材層42が所望の形状に加工された時点でエッチングを終了させる。こうして、レンズ材層42からオンチップマイクロレンズが作製される。例えば、熱変形樹脂層44Aとレンズ材層42のエッチングレートの比を1:1とした場合、レンズ形状の熱変形樹脂層44Aの形状が、忠実にレンズ材層42に転写される。尚、エッチングレートの比は1:1以外であってもよい。こうして、オンチップマイクロレンズを備えた固体撮像素子が作製される。

【0058】次に、[工程-500] から[工程-560] にて説明した、本発明の第3の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の変形を、以下、図9を参照して説明する。

【0059】[工程-600] [工程-500] 及び[工程-510] と同様に、受光部分10や電荷転送部分(図示せず)が形成された固体撮像素子上に、平坦化及び焦点距離調節のための透明平坦化層40及びレンズ材層42を形成する。

【0060】[工程-610] 次に、レンズ材層42の上にレジスト層22を形成する。そして、通常のフォトリソグラフィ技術によって、レジスト層22に開口部24を形成する。開口部24は、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の部分に相当するレンズ材層42上に形成される(図9の(A)参照)。即ち、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の外側の部分に相当するレンズ材層42上には、レジスト層22が残される。その後、レジスト層22にて被覆されていないレンズ材層42上に、即ち開口部24内に、再度レンズ材層42Aを形成する(図9の(B)参照)。その後、レジスト層22を除去する(図9の(C)参照)。こうして、レンズ材層42に溝26が形成される。

【0061】[工程-620] 以降、レンズ材層42表面に熱変形樹脂層44を形成し、熱変形樹脂層44をパターンニングした後、熱変形樹脂層44を変形(リフロー)させて、レンズ材層42の上に、垂直方向断面形状がレンズ形状の熱変形樹脂層44Aを形成する。次に、レンズ形状の熱変形樹脂層44Aをマスクとして、レンズ材層42の垂直方向の選択的なエッチングを行い、オンチップマイクロレンズを形成する。これらの工程は、[工程-530] ~ [工程-560] と同様であり、詳細な説明は省略する。

【0062】次に、特開昭64-10666号公報に開示された固体撮像素子の作製方法を改良した、本発明の第4の態様にかかる固体撮像素子の作製方法を、図10を参照して説明する。



【0063】[工程-700][工程-500]及び[工程-510]と同様に、受光部分10や電荷転送部分(図示せず)が形成された固体撮像素子上に、平坦化及び焦点距離調節のための透明平坦化層40及びレンズ材層42を形成する。

【0064】[工程-710]次に、レンズ材層42の上にレジスト層22を形成する。そして、通常のリソグラフィ技術によって、レジスト層22に開口部24を形成する。開口部24は、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の部分に相当するレンズ材層42上に形成される(図10の(A)参照)。即ち、オンチップマイクロレンズを形成すべき領域の外側の部分に相当するレンズ材層42上には、レジスト層22が残される。

【0065】その後、レジスト層22にて被覆されていないレンズ材層42を、RIE等の異方性エッチング、あるいは等方性エッチングによってエッチングし、レンズ材層42に凹部を形成する(図10の(B)参照)。その後、レジスト層22を除去する。こうして、レンズ材層42には突起32が形成される(図10の(C)参照)。突起32の幅は、例えば0.5 $\mu$ m程度あるいはそれ以下の、概ねレンズギャップに等しくする。突起32の高さは数十nm程度でよい。突起32の断面形状は、矩形だけでなく、半円や台形等、任意の形状とすることができる。突起32の縁部の平面形状は、形成すべきオンチップマイクロレンズの平面形状と類似していれば、例えば、矩形、多角形、角を丸めた矩形や多角形、円形、楕円形等を例示することができる。このレンズ材層42にレンズギャップに相当する突起32を形成する点が本発明の第4の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の特徴である。

【0066】[工程-720]以降、レンズ材層42表面に熱変形樹脂層44を形成し、熱変形樹脂層44をパターンニングした後、熱変形樹脂層44を変形(リフロー)させて、レンズ材層42の上に、垂直方向断面形状が凸状のレンズ形状の熱変形樹脂層44Aを形成する。次に、レンズ形状の熱変形樹脂層44Aをマスクとして、レンズ材層42の垂直方向の選択的なエッチングを行い、オンチップマイクロレンズを形成する。これらの工程は、[工程-530]～[工程-560]と同様であり、詳細な説明は省略する。

【0067】次に、[工程-700]から[工程-720]にて説明した、本発明の第4の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の変形を、以下、図11を参照して説明する。

【0068】[工程-800][工程-500]及び[工程-510]と同様に、受光部分10や電荷転送部分(図示せず)が形成された固体撮像素子上に、平坦化及び焦点距離調節のための透明平坦化層40及びレンズ材層42を形成する。

【0069】[工程-810]次に、レンズ材層42の上にレジスト層22を形成する(図11の(A)参照)。そして、通常のリソグラフィ技術によって、レジスト層22から突起32を形成する(図11の(B)参照)。尚、このレジスト層22は、後の工程でレンズ材層28を加熱処理したとき、変形しない材料とする。

【0070】[工程-820]以降、レンズ材層42表面に熱変形樹脂層44を形成し、熱変形樹脂層44をパターンニングした後、熱変形樹脂層44を変形(リフロー)させて、レンズ材層42の上に、垂直方向断面形状が凸状のレンズ形状の熱変形樹脂層44Aを形成する。次に、レンズ形状の熱変形樹脂層44Aをマスクとして、レンズ材層42の垂直方向の選択的なエッチングを行い、オンチップマイクロレンズを形成する。これらの工程は、[工程-530]～[工程-560]と同様であり、詳細な説明は省略する。

#### 【0071】

【発明の効果】本発明においては、レンズ材層あるいは熱変形材料層に加熱処理を施し、リフローさせる際、レンズ材層あるいは熱変形材料層の水平方向の滑り量を正確に制御することができる。従って、所望のレンズギャップを容易に得ることができ、固体撮像素子の製造歩留まりの向上を図ることができる。

【0072】また、レンズギャップのマージンを少なくすることができ、固体撮像素子の感度を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の態様にかかる固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図2】本発明の第1の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図3】本発明の第1の態様にかかる固体撮像素子の作製方法を変形した方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図4】本発明の第1の態様にかかる固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図5】本発明の第2の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図6】本発明の第2の態様にかかる固体撮像素子の作製方法を変形した方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図7】本発明の第3の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図8】図7に引き続き、本発明の第3の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図9】本発明の第3の態様にかかる固体撮像素子の作製方法を変形した方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図10】本発明の第4の態様にかかる固体撮像素子の作製方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図11】本発明の第4の態様にかかる固体撮像素子の作製方法を変形した方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図12】従来の固体撮像素子の作製方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

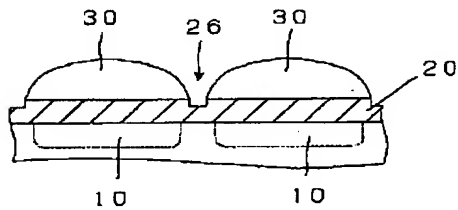
【図13】従来の固体撮像素子の別の作製方法の各工程を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

【図14】従来の固体撮像素子の作製方法における問題を説明するための、固体撮像素子の模式的な一部断面図である。

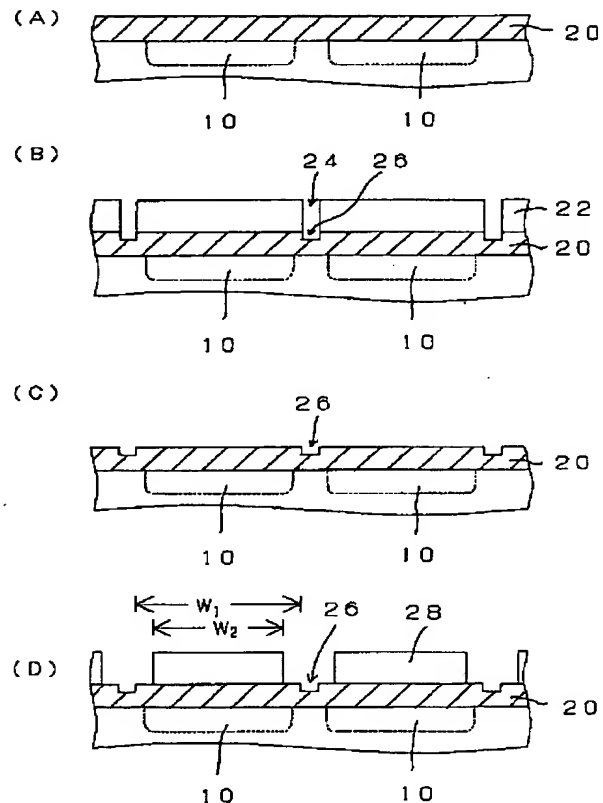
【符号の説明】

- 10 受光部分
- 20 下地材料層
- 22 レジスト層
- 24 開口部
- 26 溝
- 28 レンズ材層
- 30 オンチップマイクロレンズ
- 32 突起
- 40 透明平坦化層
- 42, 42A レンズ材層
- 44 熱変形樹脂層
- 44A レンズ形状の熱変形樹脂層
- 100 透明平坦化層
- 102 レンズ材層
- 104 レンズ部
- 106 透明材料層
- 108 熱変形樹脂層
- 108A レンズ形状の熱変形樹脂層

【図1】

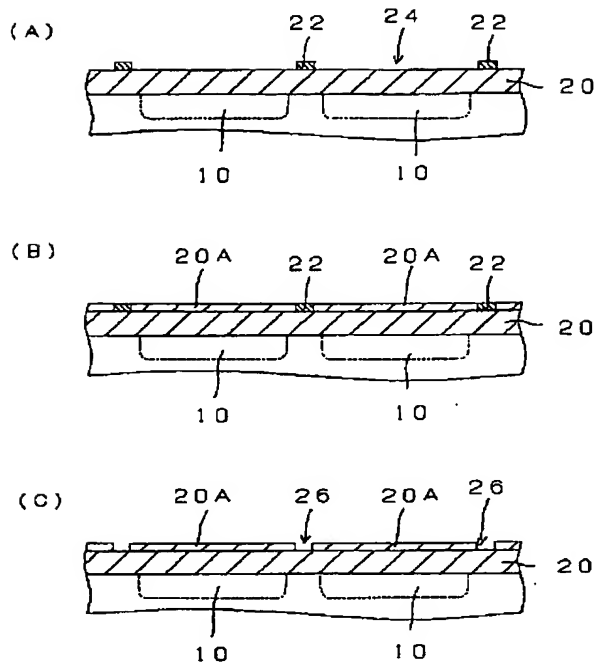


【図2】

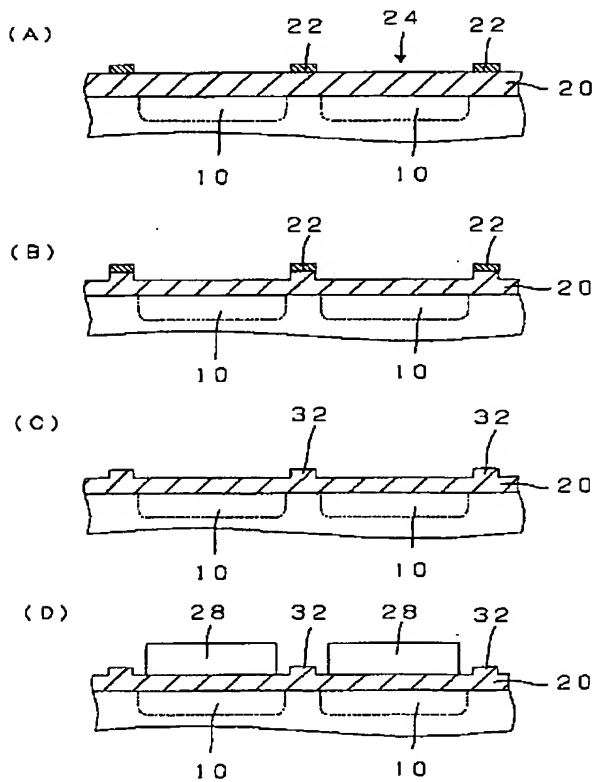




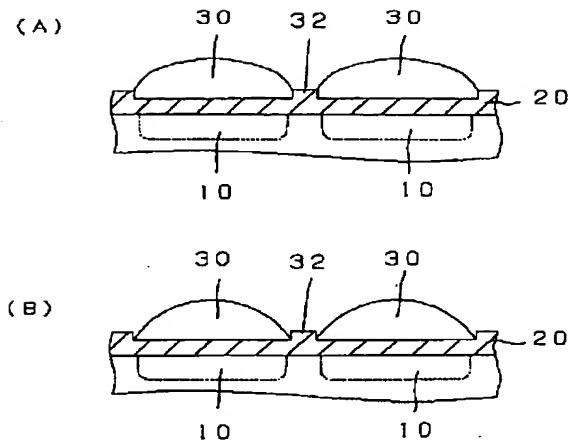
【図3】



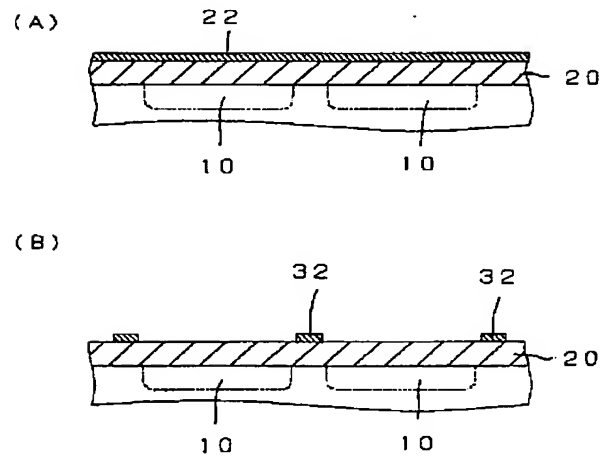
【図5】



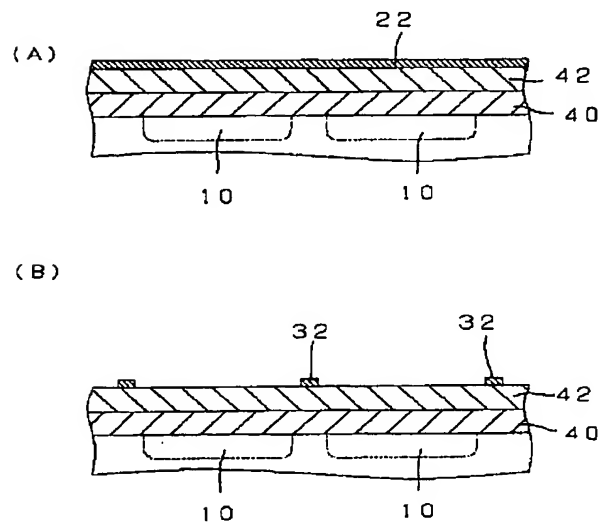
【図4】



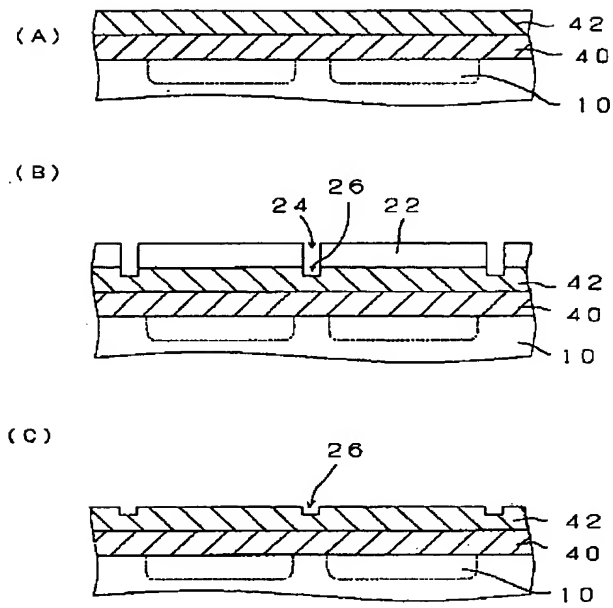
【図6】



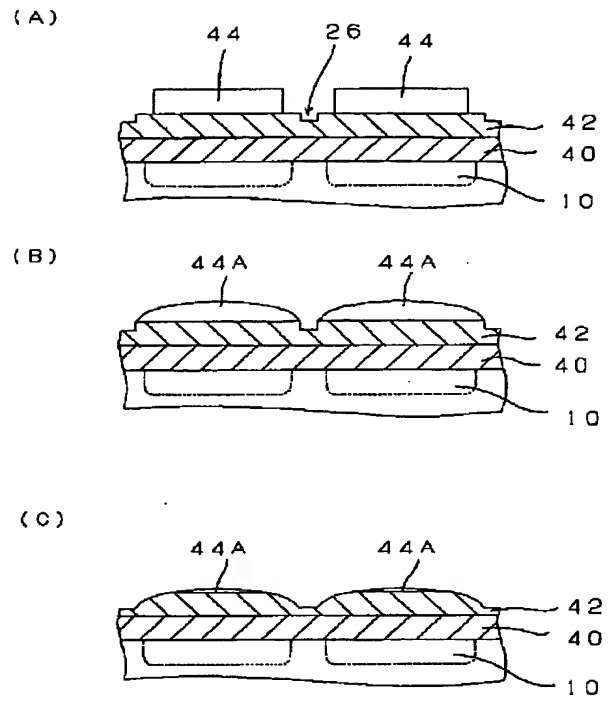
【図11】



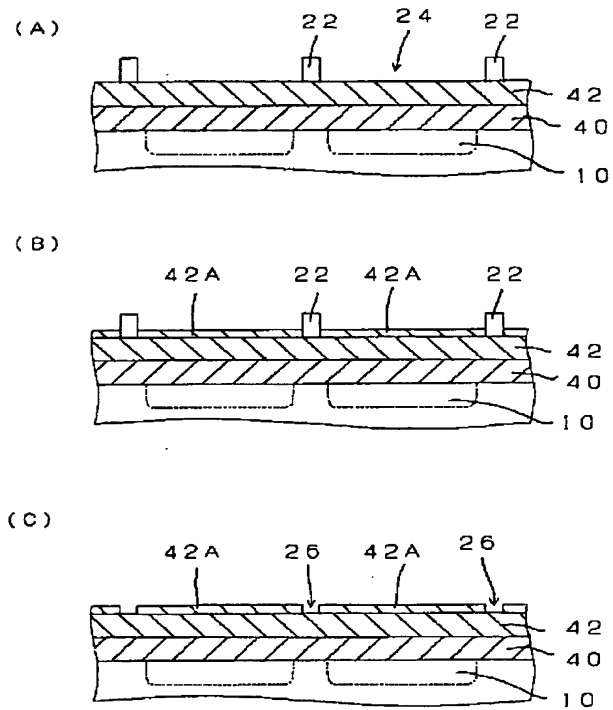
【図7】



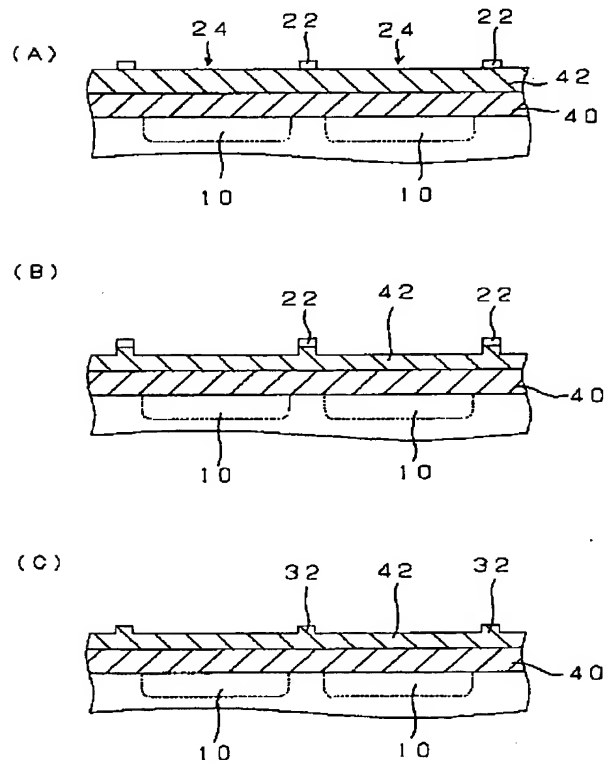
【図8】



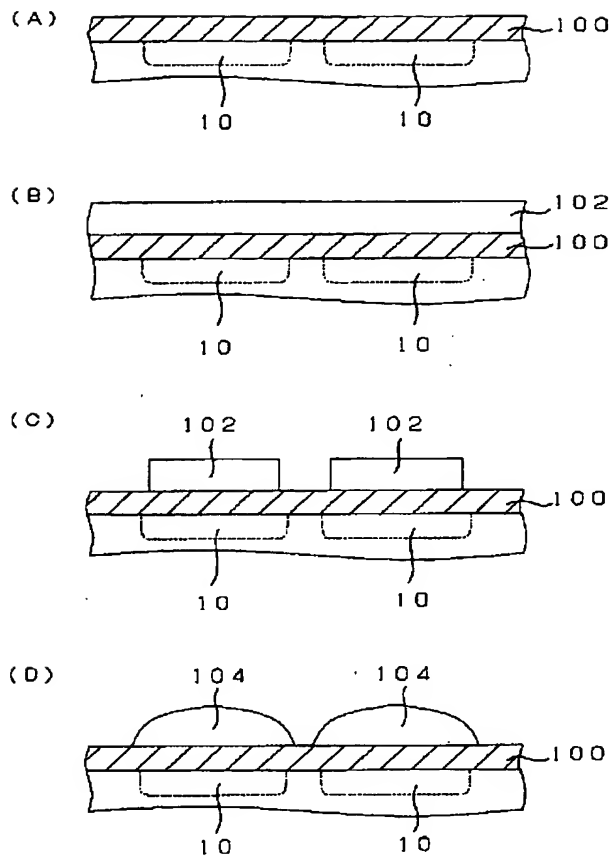
【図9】



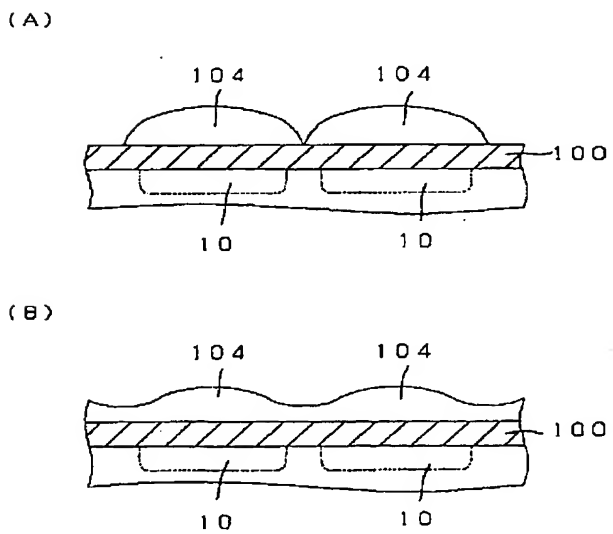
【図10】



【図12】



【図14】



【図13】

